

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

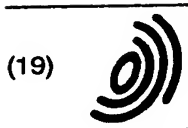
Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox. ✓

THIS PAGE BLANK (USPTO)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) EP 0 795 926 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
17.09.1997 Patentblatt 1997/38

(51) Int. Cl.⁶: H01Q 13/10, H01Q 1/22,
H04B 7/08

(21) Anmeldenummer: 97102472.4

(22) Anmeldetag: 15.02.1997

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR GB IT LI NL SE

• Dersch, Ulrich, Dr.
5512 Wohlenschwil (CH)

(30) Priorität: 13.03.1996 CH 667/96

(71) Anmelder: ASCOM TECH AG
CH-3018 Bern (CH)

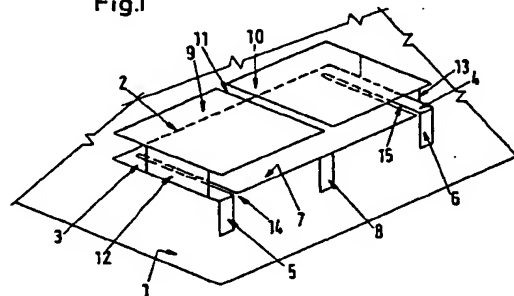
(74) Vertreter: Roshardt, Werner Alfred, Dipl.-Phys. et
al
Keller & Partner
Patentanwälte AG
Marktgasse 31
Postfach
3000 Bern 7 (CH)

(72) Erfinder:
• Liebendörfer, Matthias
4056 Basel (CH)

(54) Flache dreidimensionale Antenne

(57) Eine flache dreidimensionale Antenne ist in drei Ebenen aufgebaut. In einer ersten Ebene befindet sich eine Grundplatte (1), in einer zweiten Ebene ein U-förmig gebogener Schlitzteiler und in einer dritten Ebene über dem Schlitzteiler eine Resonanzstruktur (9, 10). Der Schlitzteiler verfügt über einen Mittelteil mit einer Länge von vorzugsweise $\lambda/4$ und über zwei gleich lange Schenkel von $\lambda/8$. Der Schlitzteiler bildet mit der Grundplatte (1) einen $\lambda/2$ -Antennenschlitz, während die Resonanzstruktur (9, 10) mit dem Schlitzteiler einen kürzeren zweiten Antennenschlitz definiert. Die Antenne zeichnet sich durch eine grosse Bandbreite und eine omnidirektionale Abstrahlungscharakteristik aus. Senkrecht zur Grundplatte (1) ist im wesentlichen keine Abstrahlung vorhanden. Die Speisung erfolgt vorzugsweise über einen Streifenleiter (7), welcher zwischen die beiden Schenkel (3, 4) an den Mittelteil (2) geführt ist. Die impedanzmässige Anpassung der Antenne wird durch eine geeignete Dimensionierung des genannten Streifenleiters erreicht. Die Antenne lässt sich sowohl gut in Luft als auch in einem Dielektrikum (z. B. einem Keramikblock) aufbauen. Mehrere dieser Antennen können zu einem ultrakompakten Diversity-Antennensystem zusammengesetzt werden.

Fig.1



EP 0 795 926 A2

Beschreibung

Stand der Technik

Bei der drahtlosen Kommunikation in lokalen Netzwerken (LAN) treten zu den üblichen Erfordernissen (wie angepasste Eingangsimpedanz, gute Abstrahlcharakteristik, Effizienz) neue Vorgaben hinzu. So ist es z. B. erwünscht, dass die Antenne bzw. ein Diversity-Antennensystem auf einer PCMCIA-Karte Platz hat. Bei kommunikationsfähigen Laptop-Computern sind nämlich horizontale Einsteckschlitze für solche Karten vorgesehen. Ein auf einer PCMCIA-Karte integriertes Antennensystem sollte deshalb in der horizontalen Ebene in alle Richtungen etwa gleich gut abstrahlen. Damit eine Antenne auf einer Karte dieser Art integriert werden kann, darf sie die standardmässig zugelassene Höhe nicht überschreiten. Es ist deshalb in vielen Frequenzbereichen nicht möglich, eine einfache Monopol-Antenne für die geschilderte Kommunikation einzusetzen.

Darstellung der Erfindung

Aufgabe der Erfindung ist es, eine flache, kompakte dreidimensionale Antenne anzugeben, welche sich für die drahtlose Übertragung von digitalen Daten in lokalen Netzwerken eignet. Die Antenne soll eine möglichst omnidirektionale Abstrahlcharakteristik und eine geringe Abhängigkeit der Anpassung von benachbarten externen Gegenständen haben.

Die erfindungsgemässe Lösung ist durch die Merkmale des Anspruchs 1 definiert. Demzufolge ist die Antenne in drei Ebenen aufgebaut. In einer ersten Ebene befindet sich eine Grundplatte, in einer zweiten ist ein U-förmig gebogener Schlitzteiler und in einer dritten eine Resonanzstruktur angeordnet. Der Schlitzteiler ist in der zweiten Ebene U-förmig abgewinkelt, so dass ein Mittelteil und zwei seitliche Schenkel gebildet werden.

Diese Antenne ist äusserst kompakt und strahlt vorwiegend in die durch die Grundplatte definierten Raumrichtungen (d. h. „horizontal“). Durch die Resonanzstruktur erhält die Antenne eine äusserst grosse Bandbreite (z.B. 20% bis 30%). Dadurch kann der Einfluss von benachbarten Umgebungsgegenständen klein gehalten werden. Die Existenz einer leitenden Grundplatte unterstützt diesen Vorteil zusätzlich.

Vorzugsweise ist die Antenne durch einen Streifenleiter gespeist, welcher in der zweiten Ebene zwischen die beiden Schenkel geführt ist und den Schlitzteiler am Mittelteil kontaktiert. Die Anpassung der Eingangsimpedanz der Antenne kann durch Variieren der Breite und der Länge des Streifenleiters erfolgen. Der Streifenleiter kann z. B. den Bereich zwischen den Schenkeln vollständig ausfüllen. Die Länge des Streifenleiters ist vorzugsweise kleiner als die Länge der Schenke, so dass durch die Speisung nicht mehr Platz beansprucht wird, als von der Antenne ohnehin gebraucht wird. Es ist aber

auch möglich, den Streifenleiter länger zu machen (d. h. quasi in der zweiten Ebene aus der Antenne herauszuführen und z. B. die Breite zu reduzieren). Die Speisung der Antenne kann je nach Ausführungsform über einen Mikrostreifenleiter oder eine (durch die Grundplatte hindurchgeführte) Koaxialleitung vorgenommen werden.

Der Mittelteil des Schlitzteilers hat z. B. die Länge $\lambda/4$ (λ = Wellenlänge bei der Resonanzfrequenz). Die beiden Schenke sind dann je $\lambda/8$ lang. An den Enden der Schenkel ist der Schlitzteiler mit der Grundplatte verbunden. Die Länge des Mittelteils kann auch etwas länger oder kürzer sein. Entsprechend wird die Antenne mehr oder weniger länglich.

Die Resonanzstruktur ist durch (elektrisch leitende) Flankenelemente auf den Schenkeln des Schlitzteilers abgestützt. Wenn die Antenne in einem dielektrischen Medium eingebettet ist, dann wird die mechanische Abstützfunktion im Prinzip durch das dielektrische Medium wahrgenommen. Die Flankenelemente können dann geeignet angebrachte Metallisierungen sein zum Verbinden der Resonanzstruktur mit dem Schlitzteiler. Für den Fall, dass die Antenne oder zumindest die Resonanzstruktur in Luft sein soll, kann die ganze Antenne im Prinzip durch Biegen einer Platte mit geeignetem Schnittmuster erfolgen. Die Resonanzstruktur kann z. B. in der Mitte einen Spalt aufweisen, so dass sie durch zwei plattenförmige spiegelsymmetrische Elemente gebildet wird. Der Spalt hat elektrisch betrachtet keine Bedeutung, da in der Mitte der Resonanzstruktur ohnehin ein Stromknoten vorhanden ist.

Vorzugsweise ist ein zwischen Grundplatte und Schlitzteiler gebildeter erster Antennenschlitz grösser als ein zwischen Schlitzteiler und Resonanzelement gebildeter zweiter Antennenschlitz. Die Länge des zweiten Antennenschlitzes kann variiert werden, wobei die Bandbreite der Antenne entsprechend ändert. Im Extremfall ist es möglich, eine Antenne mit zwei getrennten Resonanzen zu konstruieren (Dual Frequency Mode). Umgekehrt können die Resonanzen auch sehr nahe zueinander gebracht werden, was zu einer schmalen Bandbreite führt.

Die erfindungsgemässe Antenne kann in unterschiedlicher Weise aufgebaut sein. Denkbar ist z. B., dass die Antenne aus einem gestanzten oder geätzten Blech geformt wird und auf eine Grundplatte (z. B. eine metallisierte Leiterplatte) aufgelötet wird. Zwischen der ersten und zweiten Ebene der Antenne kann ein Dielektrikum vorhanden sein. So kann z. B. der Schlitzteiler als Leiterbahnstruktur auf die obere Seite einer geeigneten dicken Leiterplatte aufgedruckt sein, wobei die Grundplatte durch eine Metallisierung auf der Rückseite des Substrats gebildet wird. Die Resonanzstruktur in der dritten Ebene kann dann z. B. wie ein flaches umgekehrtes U-Profil (Platte mit zwei endseitig gegenüberliegenden Flanken) ausgeführt sein (wobei die Flanken auf die Leiterbahnstrukturen gelötet sind).

Gemäss einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist die Antenne auf einem Keramikblock ausgebildet. Die Resonanzstruktur ist dann eine

Metallisierung auf einer ersten (oberen) Hauptfläche des Keramikblocks. Der Schlitzteiler in der zweiten Ebene wird z. B. durch eine Metallisierung auf den schmalen Seitenflächen des Keramikblocks dargestellt. Die Grundplatte kann durch eine Metallisierung auf der zweiten (unteren) Hauptfläche des Keramikblocks oder durch eine Metallfläche gebildet sein, auf welche der Keramikblock gelötet wird. Zwischen den beiden Hauptflächen kann ein metallisierter Schlitz im Keramikblock vorgesehen sein, in welchem der Streifenleiter zur Speisung der Antenne angeordnet ist. Eine derart aufgebaute Antenne ist nicht nur äusserst kompakt (wegen der relativen Dielektrizitätskonstante $\epsilon_r > 1$), sondern auch sehr robust. Sie kann wie ein sonstiges elektronisches Bauteil (SMD = Surface Mounted Device) gehandhabt und aufgelötet werden. Aufgrund der Kleinheit der Antenne wird auch die Beschädigungsgefahr vermieden (keine aus dem Gehäuse vorstehende Antenne).

Zur Anpassung der Antenne ist u. U. eine Induktivität vorzusehen. Diese wird vorzugsweise im bzw. vor dem Streifenleiter integriert.

Die erfindungsgemässe Antenne eignet sich auch gut für den Diversity-Empfang. Dies betrifft sowohl Raum- als auch Winkeldiversity, manchmal auch Pattern diversity genannt.

Bemerkenswerterweise wird durch unmittelbares Nebeneinanderstellen eine sektorisierende Winkeldiversity erzielt. Das heisst, jede der beiden Antennen ist in einer Richtung besonders empfindlich, in welcher die andere nur eine äusserst geringe Empfindlichkeit hat. Durch Schalten oder Kombinieren der beiden Antennenspeisungen kann die Performance eines Empfängers erhöht werden (Diversity gain). Es wird z. B. von der einen Antenne auf die andere umgeschaltet, wenn das Signal der erstgenannten zu schwach wird. Werden die Antennensignale zusätzlich gegeneinander phasenverschoben, dann kann das Empfindlichkeitspattern im Raum gedreht werden.

Zur Erreichung von Raumdiversity können mehrere Antennen in einem gewissen Abstand (z. B. $\lambda/3$ bis $\lambda/2$) nebeneinander gesetzt werden. Mit dem nachfolgend beschriebenen Antennenelement kann z. B. ein 3-fach-Raumdiversity-Antennensystem aufgebaut werden, das in einem Volumen von $54 \times 28 \times 5.2 \text{ mm}^3$ (welches einer Verlängerung einer PCMCIA-Karte entspricht) gepackt werden.

Die erfindungsgemässe Antenne eignet sich vorzüglich für HIPERLAN-Anwendungen und Handfunktelefone (einschliesslich schnurloser Telefone). Die für solche Anwendungen vorgesehenen Frequenzbereiche liegen typischerweise über 1 GHz (z. B. bei 5.2 GHz im European Telecommunication Standard-HIPERLAN).

Die Antenne eignet sich ausserdem zur Anwendung in einem Antennenarray, da die grosse Bandbreite auch im Umfeld der Nachbarantennen eine Anpassung erlaubt.

Weitere vorteilhafte Ausführungsformen und Merkmalskombinationen ergeben sich aus der nachfolgen-

den Detailbeschreibung und der Gesamtheit der Patentansprüche.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Die zur Erläuterung der Ausführungsbeispiele verwendeten Zeichnungen zeigen:

- Fig. 1 Eine schematische perspektivische Darstellung einer erfindungsgemässen Antenne in Luft;
- Fig. 2 eine schematische perspektivische Darstellung einer erfindungsgemässen Antenne auf einem Keramikblock;
- Fig. 3 eine schematische perspektivische Darstellung der Ausführungsform gemäss Fig. 2 von hinten gesehen;
- Fig. 4 eine schematische Darstellung eines Antennensystems zur Erzielung eines Diversity-Empfangs.

Grundsätzlich sind in den Figuren gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Wege zur Ausführung der Erfindung

Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemässe Antenne in Luft. Sie ist in drei Ebenen bzw. Schichten aufgebaut. Die erste Ebene wird durch eine Grundplatte 1 definiert. Es kann sich um eine Wand einer Metallbox oder eine Metallisierung auf einer Leiterplatte handeln.

In der zweiten Ebene befindet sich der Schlitzteiler. Es handelt sich im Prinzip um einen U-förmigen Metallstreifen mit einem Mittelteil 2 und zwei Schenkeln 3, 4. Die Länge des Mittelteils 2 beträgt vorzugsweise $\lambda/4$, diejenige der Schenkel 3, 4 beträgt $\lambda/8$. Der Schlitzteiler ist an den beiden Enden der Schenkel 3, 4 über zwei Beine 5, 6 mit der Grundplatte 1 kurzgeschlossen.

In einer dritten Ebene befindet sich eine Resonanzstruktur. Im vorliegenden Beispiel wird diese durch zwei symmetrische Platten 9, 10 gebildet. Diese sind durch vertikale Seitenflächen 12, 13 an den Aussenseiten der abgewinkelten Schenke 3, 4 des Schlitzteilers abgestützt. Die beiden Platten 9, 10 sind durch einen Spalt 11 getrennt. Elektrisch gesehen hat dieser keine Bedeutung, da er in einem Stromknoten liegt. Wie leicht aus Fig. 1 zu erkennen ist, ermöglicht er dagegen das Formen der Antenne aus einer ebenen, geeignet geschnittenen Blechform.

Zur Speisung der Antenne ist z. B. ein Streifenleiter 7 vorgesehen, der über ein Bein 8 mit einem Koaxialanschluss unterhalb der Grundplatte 1 verbunden ist. Ist die Grundplatte als Leiterplatte ausgebildet, so kann auch eine weitere Mikrostreifenleitung an die Stelle des Koaxialanschlusses treten. Der Streifenleiter füllt entsprechend der erforderlichen Impedanzanpassung den

zwischen den beiden Schenkeln 3, 4 gebildeten Bereich vollständig aus (wobei er nur durch zwei Spalt 14, 15 von den Schenkeln 3, 4 getrennt ist).

Zur Dimensionierung ist folgendes zu sagen:

Die beiden Platten 9, 10 decken im wesentlichen die vom U-förmig gebogenen Schlitzteiler aufgespannte Fläche ab. Der Abstand zwischen Resonanzstruktur und Schlitzteiler ist vorzugsweise kleiner als der Abstand zwischen dem Schlitzteiler und der Grundplatte 1. In diesem Sinn kann z. B. die zweite Ebene auf einer Höhe von 2.6 mm ($\lambda/8$) und die dritte Ebene in einer Höhe von 4.2 mm ($\lambda/20$) über der Grundplatte angeordnet sein (Mittelfrequenz $f_0 = 6.4$ GHz, $\lambda = 4.7$ cm).

Zwischen der Resonanzstruktur und dem Schlitzteiler ist ein Antennenschlitz vorhanden, der in der Länge durch die Seitenflächen 12, 13 begrenzt ist. Die Länge dieses Schlitzes kann variiert werden, um die Bandbreite festzulegen. Sind die Seitenflächen 12, 13 z. B. gleich lang wie die Schenke 3, 4, dann ist der Antennenschlitz gleich lang wie der Mittelteil 2. Im Prinzip können die vertikalen Seitenflächen 12, 13 sogar um die Ecke herum auf den Mittelteil 2 geführt sein. Umgekehrt können sie auch nur einen kleinen Teil der Schenkel 3, 4 beanspruchen und nahe bei den Enden bzw. Beinen 5, 6 plaziert sein. Entsprechend wäre dann der obere Antennenschlitz etwa gleich gross wie der untere Antennenschlitz zwischen Schlitzteiler und Grundplatte 1.

Im Prinzip handelt es sich bei der erfindungsgemässen Antenne um zwei aufeinandergestapelte und abgewinkelte $\lambda/2$ -Schlitze mit unterschiedlichen Schlitzlängen.

Die Impedanzanpassung erfolgt über die Dimensionierung des Streifenleiters 7. Beim oben angefangenen Zahlenbeispiel anknüpfend hat er eine Breite von z. B. 11 mm (0.24λ) und eine Tiefe von z. B. 5.5 mm (0.12λ). Die beiden Schenkel 3, 4 haben je eine Breite von z. B. 0.75 mm (0.015λ). Der Spalt 11 ist z. B. 1 mm ($\lambda/50$) breit. Die gesamte Antenne hat eine Breite von z. B. 0.28λ und eine Tiefe von z. B. 0.14λ .

Der Streifenleiter 7 kann u. U. auch weniger breit sein und/oder aus dem durch die beiden Schenkel 3, 4 aufgespannten Bereich herauslaufen. Insbesondere ist er zur Speisung via Mikrostrielenleiter geeignet.

Der in Fig. 1 gezeigte Antennenaufbau kann teilweise oder ganz in ein dielektrisches Medium eingebettet werden (selbstverständlich unter Anpassung der Dimensionierung aufgrund der höheren relativen Dielektrizitätskonstante $\epsilon_r > 1$). So können z. B. der Schlitzteiler (Schenkel 3, 4, Mittelteil 2) und der Streifenleiter 7 als Leiterbahnstruktur auf ein dielektrisches Substrat aufgebracht werden (Printplatte). Die Grundplatte 1 kann als Metallisierung auf der Rückseite des Substrats vorgesehen sein, wobei die Beine 5, 6, 8 (in Form von Stiften) durch das Substrat hindurchgeführt sind.

Die Resonanzstruktur kann in diesem Fall eine durchgehende rechteckige Platte sein, welche wie-

derum über Seitenflächen 12, 13 mit den Schenkeln 3, 4 elektrisch verbunden und gleichzeitig auf dem Substrat abgestützt sind. Am einfachsten wird ein Blechstück geschnitten, das eine durch die Schenkel 3, 4 aufgespannte Fläche abzudecken vermag und mit seitlichen Laschen zur Bildung der Seitenflächen 12, 13 (durch rechtwinkliges Abbiegen) ausgestattet ist. Der Spalt 11 ist bei dieser Ausführungsform weder nötig noch erwünscht (mechanische Stabilität).

Auch zwischen der zweiten und der dritten Ebene kann ein Dielektrikum vorgesehen sein. Dies kann z. B. durch selektives Auflaminieren eines dielektrischen Materials in der gewünschten Schichtdicke erreicht werden. Die Seitenflächen 12, 13 können an entsprechenden Begrenzungsflächen der auflaminierten Schicht aufgebracht sein. Die plattenförmige Resonanzstruktur kann auf die Oberfläche der auflaminierten Schicht aufgedruckt werden.

Eine besonders bevorzugte Ausführungsform soll anhand der Fig. 2 und 3 erläutert werden. In Fig. 2 ist schematisch ein Keramikblock 16 dargestellt. Er weist eine obere und eine untere Hauptfläche 17 bzw. 18 auf. Auf der oberen Hauptfläche 17 ist ganzflächig eine Metallisierung als Resonanzstruktur vorgesehen. Die untere Hauptfläche 18 kann ebenfalls metallisiert sein (um so z. B. die Grundplatte 1 zu bilden oder den Keramikblock einfach auf eine Grundplatte oder eine Metallbox löten zu können).

Der Keramikblock 16 verfügt über zwei kurze und zwei lange Seitenflächen 19, 20 bzw. 21, 22. Der Schlitzteiler wird dadurch gebildet, dass auf den Seitenflächen 19, 21, 20 eine durchgehende streifenartige Metallisierung zur Bildung einer U-förmig umlaufenden Leiterbahn vorgesehen ist. Die genannte Leiterbahn wird durch einen streifenförmigen Bereich 25, 26 etwa in der Mitte zwischen den beiden Hauptflächen 17, 18 gebildet. Am hinteren Ende (gemäss der in Fig. 2 gewählten Darstellung) der Seitenfläche 19 ist eine Metallisierung 24 nach unten zur Hauptfläche 18 geführt. Die elektrische Verbindung zwischen der Resonanzstruktur und dem Schlitzteiler wird ebenfalls durch eine auf der Seitenfläche 19 angebrachte Metallisierung 27 hergestellt. Die Seitenfläche 20 ist spiegelsymmetrisch zur Seitenfläche 19 selektiv metallisiert. Es leuchtet ein, dass die Metallisierung 24 dem Bein 6, die Metallisierung 25 dem Schenkel 4, die Metallisierung 26 dem Mittelteil 2 und die ganzflächige Metallisierung der Hauptfläche 17 den beiden Platten 9, 10 in Fig. 1 entspricht.

Was bis jetzt noch fehlt, ist eine dem Streifenleiter 7 entsprechende Metallisierung. Zu diesem Zweck ist nun aber ein flacher, durchgehender Schlitz 23 vorgesehen. Dieser erstreckt sich von der Seitenfläche 21 zur Seitenfläche 22 und ist z. B. vollständig metallisiert. Zur Speisung ist dann nur noch eine vom Schlitz 23 auf der Seitenfläche 22 nach unten geführte Metallisierung 32 (siehe Fig. 3) vorzusehen. Der genannte Schlitz kann schon in der Form vor dem Härten angebracht werden oder durch Bohren hergestellt sein. Denkbar ist aber

auch, dass zwei dünne Keramikblöcke zu einem dicken verbunden werden, wobei der Streifenleiter und eventuell auch der Schlitzleiter in einer flachen Ausführung zwischen ihnen ausgebildet ist.

Um den Eingangswiderstand auf $50\ \Omega$ zu bringen, kann es erforderlich sein, eine Induktivität (von z. B. $1 - 2\ \text{nH}$) vorzusehen. Eine solche lässt sich elegant integrieren. Eine mögliche Variante soll anhand der Fig. 3 erläutert werden. Diese Figur zeigt in überzeichneter perspektivischer Darstellung den Keramikblock 16 von hinten. Der Schlitz 23 hat einen rechteckigen Querschnitt und somit vier Innenflächen 28, 29, 30, 31, welche alle metallisiert sind. Zur Speisung ist nun auf der Seitenfläche 22 die (bereits erwähnte) selektive Metallisierung 32 vorgesehen. Sie kontaktiert den Innenbereich des Schlitzes 23. Die Induktivität wird nun dadurch erzeugt, dass der Strom zunächst entlang des Schlitzrandes 34, 35, 36 in einer Schleife geführt wird, bevor er in Durchgangsrichtung des Schlitzes 23 fließen kann. Um dies zu erreichen, ist ein nicht leitender linienförmiger Bereich 33 vorgesehen, welcher das hintere Ende der Schlitzmetallisierung abtrennt. In Fig. 3 ist eine Variante dargestellt, bei welcher der nicht leitende Bereich 33 etwa die halbe Breite der Innenfläche 28, die ganze Breite der Innenfläche 29 und etwa die halbe Breite der Innenfläche 30 von der Metallisierung im Schlitz abtrennt. Der Strom muss also um den halben Schlitzumfang fließen, was eine entsprechende Induktivität erzeugt. Die Grösse der Induktivität kann einfach dadurch variiert werden, dass die Länge des nicht leitenden Bereichs 33 geeignet gewählt wird.

Im Prinzip kann die Induktivität auch durch eine entsprechende Schleifenführung des Stroms auf der Seitenfläche 22 erzwungen werden. Das heisst, der Strom muss zuerst um ein bestimmtes Mass um den Schlitz herum fließen, bevor er in ihn hineingeführt wird.

Im Dielektrikum wird die Antenne bei gleicher Frequenz kleiner. Um die gleichzeitig kleiner werdende Bandbreite innerhalb der physikalischen Limiten zu optimieren, ist z. B. die Länge des oberen Schlitzes (zwischen zweiter und dritter Ebene) zu vergrössern. Für die bevorzugten Anwendungen ist aber auch im Dielektrikum genügend Reserve in der Bandbreite vorhanden. Zu beachten ist weiter, dass die durch das Dielektrikum bedingten Verluste nicht allzu gross sein sollen. In Luft hat die erfindungsgemässe Antenne nämlich eine sehr hohe Effizienz von über 90%. Es sind auch Keramikmaterialien mit sehr günstigen $\tan\delta$ -Werten bekannt.

Ganz allgemein zeichnet sich die Antenne durch eine grosse Bandbreite (in Luft z. B. 20% bis 30%) und durch eine Abstrahlung mit geringer bzw. vernachlässigbar kleiner Leistung senkrecht zur Grundplatte 1 aus. In Richtung der Grundplatte ist eine gute omnidirektionale Charakteristik gegeben.

Eine wichtige Anwendung der erfindungsgemässen Antenne liegt im Bereich von drahtlosen LANs (z. B. HIPERLAN). Für diese Anwendung kann die Antenne

auf eine PCMCIA-Karte montiert werden. Besonders vorteilhaft ist es dabei, zwei oder mehr Antennen der beschriebenen Art zu positionieren. Es kann auf diese Weise ein Diversity-Empfang verwirklicht werden.

Zur Erreichung von Raumdiversity werden mehrere Antennenelemente in einem gewissen Abstand ($\lambda/3$ bis $\lambda/2$) nebeneinander plziert. (Ein Raumdiversity-Effekt stellt sich selbst dann ein, wenn sich die Antennen berühren.) Eine beispielhafte Anordnung von drei Antennen im Abstand 0.4λ zeigt, dass sich die Antennen relativ wenig gegenseitig beeinflussen, d. h. dass jede Antenne ihr omnidirektionales Verhalten weitgehend beibehält. Die von den verschiedenen Antennen empfangenen Signale sind verhältnismässig unabhängig voneinander. In der erwähnten beispielhaften Anordnung konnte das Antennensystem in ein Volumen von $54 \times 28 \times 5.2\ \text{mm}^3$ (welches einer Verlängerung einer PCMCIA-Karte entspricht) gepackt werden.

Fig. 4 zeigt beispielhaft eine U-förmige Anordnung von drei Antennenelementen 37, 38, 39 auf einer Verlängerung einer PCMCIA-Karte 40. Die benachbarten Antennenelemente 37 und 38 bzw. 38 und 39 sind jeweils im rechten Winkel zueinander plziert. Aus Platzgründen werden die Antennenelemente 37, 38, 39 (welche jeweils z. B. wie in Fig. 1 gezeigt ausgebildet sind) möglichst nahe am entsprechenden Rand der PCMCIA-Karte 40 angeordnet.

Zur Erzielung von Winkeldiversity können zwei Antennen mit den Schmalseiten (d. h. den abgewinkelten Schenkeln) unmittelbar nebeneinander aufgebaut werden.

In dieser Anordnung weisen die beiden Antennen eine Winkelselektivität auf, die sie als Einzelantenne nicht (resp. nicht in ausgeprägter Form) haben. Nachdem, aus welcher Richtung ein starkes Signal einfällt, kann der Empfänger auf die geeignete Antenne geschaltet werden. Die Antennensignale können auch vorteilhaft kombiniert werden. Durch Phasendrehung des Signals der einen Antenne gegenüber demjenigen der anderen Antenne kann die Winkelselektivität je nach Bedarf auch gedreht werden.

Die Antenne eignet sich auch als Element für sogenannte Antennenarrays. Es werden in diesem Fall mehrere Einzelantennen isoliert oder im Verbund zweckmässig angeordnet, um durch Kombination ihrer Signale eine gewünschte Abstrahl-/Empfangscharakteristik zu erreichen.

Geeignet ist die Erfindung aber auch für Handfunktelefone (schnurlose Telefone, GSM-Handies etc.). Insbesondere bei der Keramikblockvariante kann die Antenne als kompakter Bauteil oben auf das Handy gesetzt werden, um die erwünschte Abstrahlungscharakteristik zu zeigen. Denkbar ist sogar, dass die erfindungsgemässe Antenne für den Empfang von zwei benachbarten Frequenzen ausgelegt werden kann (Dual Frequency Mode).

Die beschriebene Antenne hat eine grosse Zahl von Vorteilen. Zusammenfassend sollen folgende erwähnt werden: Grosse Bandbreite, Variierbarkeit der

Bandbreite, gute Möglichkeiten zur impedanzmässigen Anpassung, kleiner Platzbedarf, omnidirektionales Abstrahlungspattern in einer Ebene und keine Abstrahlung senkrecht zur Ebene, Kompatibilität mit einer PCMCIA-Karte (insbesondere auch als System aus mehreren Antennenelementen) und Eignung für den Diversity-Empfang.

Bezugszeichenliste	
1	Grundplatte
2	Mittelteil
3, 4	Schenkel
5, 6	Bein
7	Streifenleiter
8	Bein
9, 10	Platte
11	Spalt
12, 13	Seitenfläche
14, 15	Spalt
16	Keramikblock
17, 18	Hauptfläche
19, 20, 21, 22	Seitenfläche
23	Schlitz
24, 25, 26, 27	Metallisierung
28, 29, 30, 31	Innenfläche
32	Metallisierung
33	nicht leitender Bereich
34, 35, 36	Schlitzrand
37, 38, 39	Antennenelement
40	PCMCIA-Karte

Patentansprüche

1. Flache dreidimensionale Antenne, bei welcher in einer ersten Ebene eine Grundplatte (1), in einer zweiten Ebene ein U-förmig gebogener und somit einen Mittelteil (2) und zwei Schenkel (3, 4) bildender Schlitzteiler und in einer dritten Ebene über dem Schlitzteiler eine Resonanzstruktur (9, 10) angeordnet ist.
2. Antenne nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Schlitzteiler durch einen Streifenleiter (7) gespeist ist, welcher in der zweiten Ebene zwischen die beiden Schenkel (3, 4) geführt ist, um den Mittelteil (2) zu kontaktieren.
3. Antenne nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Resonanzstruktur (9, 10) durch Flankenelemente (12, 13) mit den Schenkeln (3, 4) des Schlitzteilers kurzgeschlossen ist und so einen Antennenschlitz begrenzt.
4. Antenne nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Resonanzstruktur (9, 10) in der Mitte durchtrennt (11) ist.
5. Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass ein zwischen Grundplatte (1) und Schlitzteiler (2, 3, 4) gebildeter erster Antennenschlitz grösser als ein zwischen Schlitzteiler (2, 3, 4) und Resonanzstruktur (9, 10) gebildeter zweiter Antennenschlitz ist.
6. Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen erster und zweiter Ebene ein dielektrisches Substrat vorhanden ist.
7. Antenne nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Schlitzteiler als Leiterbahnschicht auf dem Substrat aufgebracht ist, dass die Grundplatte (1) durch eine Metallisierung auf einer Rückseite des Substrats gebildet ist und dass die Resonanzstruktur auf der Leiterbahnschicht aufgebaut ist.
8. Antenne nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass sie auf einem Keramikblock (16) ausgebildet ist, wobei der Schlitzteiler durch Leiterbahnen (24, 25, 26) auf Seitenflächen (19, 20, 21) gebildet ist, dass die Resonanzstruktur auf einer Hauptfläche (17) ausgebildet ist und dass ein Schlitz (23) für die Speisung in der zweiten Ebene vorgesehen ist.
9. Antenne nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass in der Speisung eine Induktivität integriert ist.
10. Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass sie durch Variation einer Breite und einer Länge des Streifenleiters (7) impedanzmässig angepasst werden kann.
11. Antenne nach einem der Ansprüche 5 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass eine Bandbreite der Antenne durch Variation des zweitgenannten Antennenschlitzes veränderbar ist.
12. Antennenarray mit mehreren Antennen nach einem der Ansprüche 1 bis 11.
13. PCMCIA-Karte mit vorzugsweise mindestens zwei Antennen nach einem der Ansprüche 1 bis 11 für die digitale Kommunikation unter Anwendung eines Raum- und/oder Winkeldiversity-Empfangs.

14. Handfunktelefon mit mindestens einer Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei die Antenne insbesondere nach Anspruch 8 ausgebildet ist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

7

Fig.1

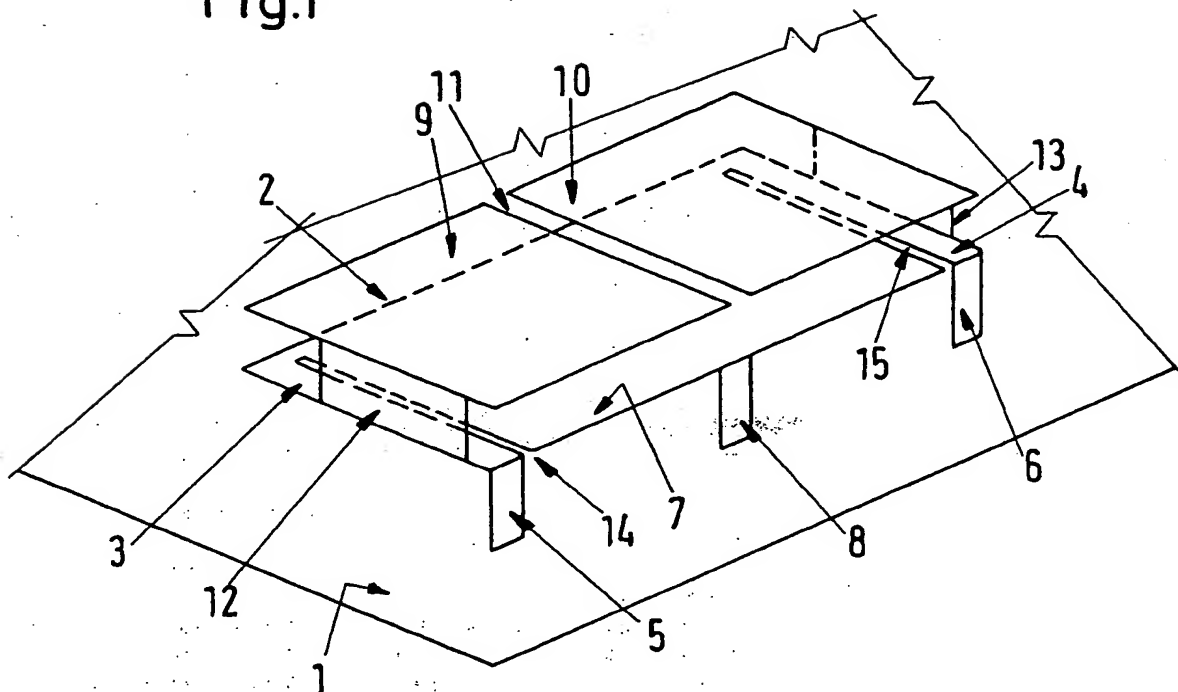


Fig.4

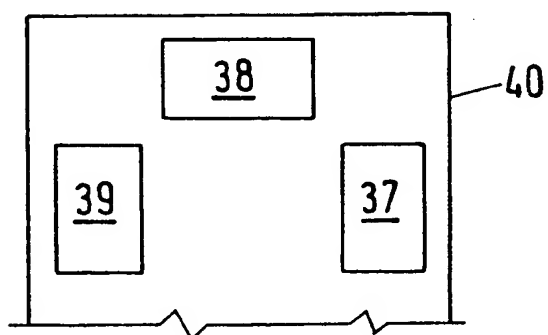


Fig.2

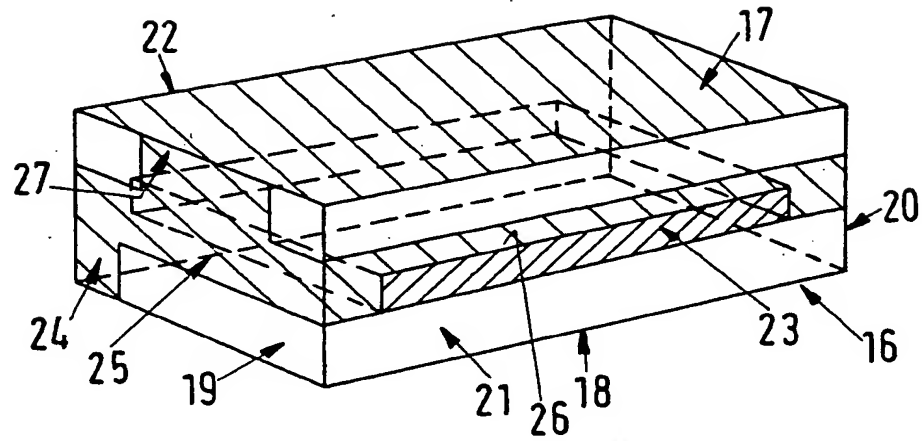
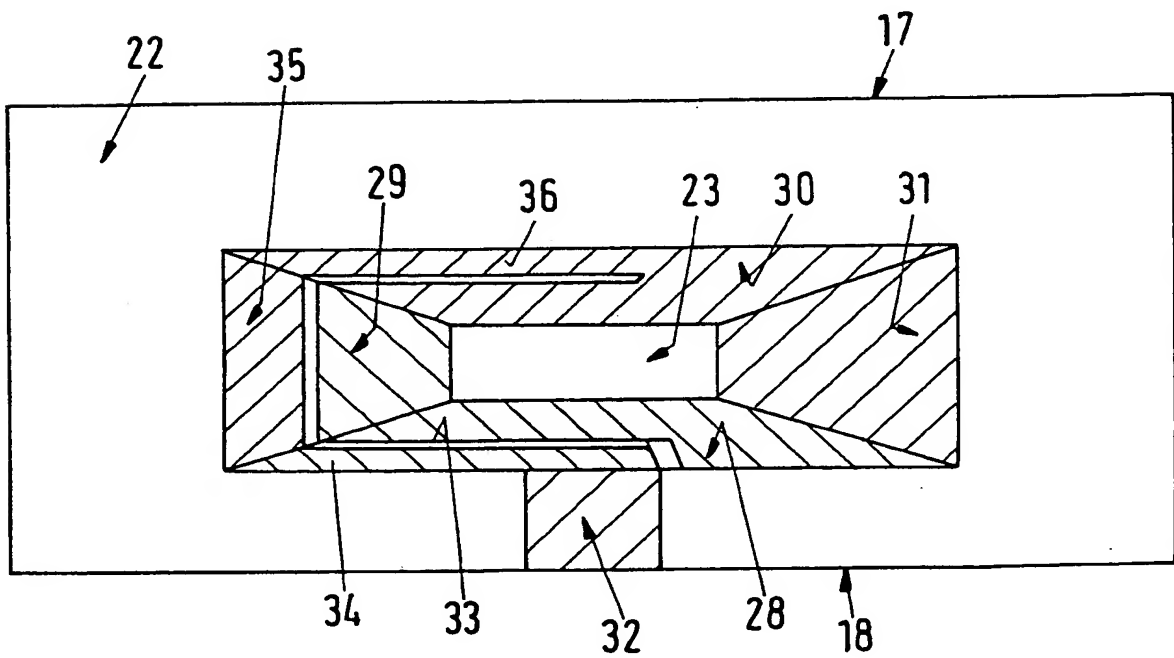


Fig.3



THIS PAGE BLANK (USPTO)